

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hiroshi KAWASHIMA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: METHOD OF MANUFACTURING PHOTOMASK

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number \_\_\_\_\_, filed \_\_\_\_\_, is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):  
Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>MONTH/DAY/YEAR</u>
Japan	2003-069693	March 14, 2003

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number \_\_\_\_\_  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. \_\_\_\_\_ filed \_\_\_\_\_; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s) \_\_\_\_\_
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier

Registration No. 25,599

C. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124



22850

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2003年 3月14日

出願番号

Application Number:

特願2003-069693

[ST.10/C]:

[JP2003-069693]

出願人

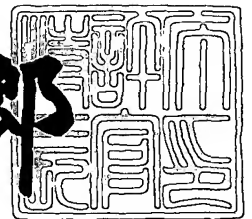
Applicant(s):

三菱電機株式会社

2003年 4月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3025353

【書類名】 特許願

【整理番号】 542715JP01

【提出日】 平成15年 3月14日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/027

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 川島 光

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社  
社内

【氏名】 山田 義孝

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089233

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉田 茂明

【選任した代理人】

【識別番号】 100088672

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 フォトマスクの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体装置の製造に用いられるフォトマスクの製造方法であって、

隣接するマスクパターン間のスペースと前記マスクパターンの形状に応じて、前記マスクパターンの形状を補正する第 1 補正と、

前記フォトマスクを複数の領域に分割し、各々の領域における前記マスクパターンの占有率に応じて前記フォトマスクのパターン形状を補正する第 2 補正とを行うことを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載のフォトマスクの製造方法であって、前記第 1 補正の効果が及ぶ範囲は、前記第 2 補正の効果が及ぶ範囲より狭いことを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載のフォトマスクの製造方法であって、前記第 1 補正と前記第 2 補正とをそれぞれ独立に行うことを特徴とする、フォトマスクの製造方法。

【請求項 4】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法であって、

前記第 2 補正は、前記マスクパターンの占有率に応じて作成された補正テーブルに基づいて補正することを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【請求項 5】 請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法であって、

前記第 2 補正は、前記マスクパターンの占有率を変数とする補正関数に基づいて補正することを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【請求項 6】 請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載のフォトマスクの製

造方法であって、

前記第 2 補正は、補正の要因により前記フォトマスクを複数の前記領域に分割するサイズを変更することを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載のフォトマスクの製造方法であって、

前記第 2 補正は、複数の前記補正の要因に対し、各々の前記補正の要因ごとに補正を行うことを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【請求項 8】 請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法であって、

前記第 2 補正は、前記領域における前記マスクパターンの占有率を、前記領域に少なくとも隣接する前記領域の前記マスクパターンの平均占有率とすることを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【請求項 9】 請求項 1 乃至請求項 7 のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法であって、

前記第 2 補正は、前記マスクパターンが複数の前記領域に占有される場合に、前記領域における前記マスクパターンの占有率を、前記マスクパターンを占有している前記領域の前記マスクパターンの平均占有率とすることを特徴とする、

フォトマスクの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フォトマスクの製造方法に係る発明であって、特に、マスクパターンの疎密に起因した製造バラツキを低減させるため、フォトマスクの補正を行うフォトマスクの製造方法に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、半導体装置の小型化、高集積化が進み、フォトマスクにより基板上に転

写されるパターン（以下、転写パターンともいう）が、露光波長と同程度、あるいはそれ以下となり、光近接効果が問題となっている。この光近接効果は、露光時にマスクパターンに隣接あるいは同一のマスクパターンにより生じる、光の照射エネルギーの干渉効果である。この光近接効果により、転写パターンがフォトマスクのパターンに対してずれて形成される。つまり、この光近接効果により、フォトプロセスの寸法制御性が劣化する。従来、フォトプロセスの寸法制御性向上のために、光近接効果補正（Optical Proximity Correction）をフォトマスクに対して行うことがあった。この光近接効果補正とは、光近接効果により生じるフォトマスクのパターンに対する転写パターンのずれを予め考慮して、フォトマスクのマスクパターン形状を補正する方法である。

#### 【0003】

また、別の補正方法として、パターンの疎密差を軽減するために、ダミーパターンを配置する方法もある。さらに、別の補正方法として、特許文献1に示されている。特許文献1では、複数のフォトマスクのパターンデータを一括して取り込み、各フォトマスクの全領域についてフォトレジスト内の光近接効果に対する補正を行っている。特に、各フォトマスクの全領域からフォトレジストの下地構造及び材質による光近接効果に対する補正を行うため、下地補正領域を自動的に抽出している。

#### 【0004】

##### 【特許文献1】

特開平10-326010号公報（第5-12頁、第1-12図）

#### 【0005】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、光近接効果補正は、数 $\mu\text{m}$ の領域内で生じる光近接効果を緩和するために、フォトマスクのマスクパターン形状を補正している。そのため、光近接効果補正は、数十 $\mu\text{m}$ 以上の領域内におけるパターンの疎密に起因したフォトマスクのパターンに対する転写、エッチング後の仕上がりパターンのずれを補正することができない問題があった。数十 $\mu\text{m}$ 以上の領域内でパターンの疎密により生

じる、フォトマスクのパターンに対する転写パターンのずれを補正することを、以下パターンの疎密による補正ともいう。

【0006】

また、特許文献1に示した、フォトマスクのマスクパターン形状の補正では、フォトレジストの下地構造及び材質による光近接効果に対する補正を行っている。しかし、数十 $\mu\text{m}$ 以上の領域内でパターンの疎密により生じる、フォトマスクのパターンに対する転写パターンのずれを補正していない。

【0007】

そこで、本発明は、フォトマスクのマスクパターン形状を補正する際に、数 $\mu\text{m}$ の領域内で生じる光近接効果などに対する補正だけでなく、より広い領域内で生じるパターンの疎密に対する補正も行いうことが出来るフォトマスクの製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る解決手段は、半導体装置の製造に用いられるフォトマスクの製造方法であって、隣接するマスクパターン間のスペースとマスクパターンの形状に応じて、マスクパターンの形状を補正する第1補正と、フォトマスクを複数の領域に分割し、各々の領域におけるマスクパターンの占有率に応じてフォトマスクのパターン形状を補正する第2補正とを行う。

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて具体的に説明する。

【0010】

(実施の形態1)

図1に、本実施の形態に係る半導体装置の平面図を示す。図1では、半導体素子1上に複数本のゲート配線2が形成されている。ここで、ゲート配線2のゲート寸法をL、ゲート配線2間のスペースをSとする。図2に、スペースSに対する形成後のゲート寸法Lの関係を示す。図2では、実線でスペースSに対する基板上に形成されるゲート寸法Lが示され、Aの範囲が、製造誤差を含めた所望の



ゲート寸法 $L$ である。本来、ゲート配線 2 は、 $A$  の範囲のゲート寸法 $L$ で形成される必要があるが、スペース $S$ が $S_1$ より狭くなると光近接効果の影響でゲート寸法 $L$ が小さく仕上がる。

## 【 0 0 1 1 】

一方、スペース $S$ が $S_2$ より広くなると光近接効果の影響でゲート寸法 $L$ が大きくなる。そこで、フォトマスクのマスクパターン形状に対し光近接効果補正を行う。具体的には、スペース $S$ が $S_1$ より狭い場合、図 2 で示す実線のゲート寸法 $L$ が破線のゲート寸法 $L$ となるようにフォトマスクのマスクパターン形状を補正して大きくする。一方、スペース $S$ が $S_2$ より広い場合、図 2 で示す実線のゲート寸法 $L$ が破線のゲート寸法 $L$ となるようにフォトマスクのゲート寸法を補正して小さくする。なお、本実施の形態では光近接効果による影響の補正について説明したが、本発明はこれに限られず、隣接するマスクパターン間のスペースとマスクパターンの形状に応じて、マスクパターンの形状を補正ものであれば良い。

## 【 0 0 1 2 】

次に、本実施の形態では、フォトマスクの大きさを、半導体素子の繰り返し単位の大きさとして以下説明する。図 3 に、本実施の形態に係るフォトマスクを示す。このフォトマスク 3 を  $m_1 \times m_2$  の領域ごとに分割する。例えば、 $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$  の領域ごとにフォトマスク 3 を分ける。分割された領域を以下、メッシュ $M$ ともいう。このフォトマスク 3 は、 $m_1 \times m_2$  のメッシュ $M$ ごとに分割されている。このメッシュ $M$ ごとにマスクパターンの占有率 $R$ を計算する。本実施の形態では、ゲートパターンの占有率 $R$ に基づいて説明をする。しかし、本発明のマスクパターンは、ゲートパターンに限られない。ここで、ゲートパターンの占有率 $R$ とは、メッシュ $M$ 内のゲート配線 2 の面積をメッシュ $M$ の専有面積で割った値である。例えば、 $100 \mu\text{m} \times 100 \mu\text{m}$  のメッシュ $M$ でゲート配線 2 の面積  $500 \mu\text{m}^2$  の場合、 $500 / 10000 = 5\%$  が占有率 $R$ となる。

## 【 0 0 1 3 】

このゲートパターンの占有率 $R$ の違いにより、フォトマスクのパターンに対する形成後のゲート寸法 $L$ が異なってくる。つまり、占有率 $R$ が高いことは、パタ

ーンが密に形成されていることであり、隣接するパターンの影響を受けて、フォトマスク 3 のパターンに対する転写パターンのずれを大きく生じさせる。図 4 に、スペース S に対する形成後のゲート寸法 L の関係を示す。図 4 では、図 2 に示した、光近接効果によるフォトマスク 3 のパターンに対する転写パターンのずれ以外に、数十  $\mu\text{m}$  以上の領域内におけるパターンの疎密によるフォトマスク 3 のパターンに対する転写、エッチング後の仕上がりパターンのずれが含まれている。例えば、占有率 R が R 1、R 2、R 3 と増加するに連れ、全てのスペース S においてゲート寸法 L は大きくなっている。

#### 【 0 0 1 4 】

図 5 に、本実施の形態に係る補正テーブルを示す。本実施の形態では、上記に述べた、スペース S に依存した補正（光近接効果補正）と占有率 R に依存した補正（パターンの疎密による補正）とを 1 つにまとめて図 5 に示したような補正テーブルを作成する。ここで、スペース S に依存した補正の効果が及ぶ範囲は、占有率 R に依存した補正の効果が及ぶ範囲より狭い。なお、補正テーブルは、実験やシミュレーションにより求められる。そして、この補正テーブルに基づいて、フォトマスク 3 のマスクパターン形状を補正し、所望のゲート寸法 L のゲート配線 2 を形成する。例えば、あるメッシュ M の占有率 R が 8 %、スペース S が S 1 1 未満の場合、補正量は + L 1 1 となり、この補正量に基づいて当該メッシュ M のフォトマスク 3 のマスクパターン形状を補正する。また、別のメッシュ M の占有率 R が 4 5 %、スペース S が S 4 3 より大きい場合、補正量は - L 4 3 となる。

#### 【 0 0 1 5 】

なお、図 6 に示すように、ゲート配線 2 のパターンが 4 つのメッシュ M に占有されている場合、単純に各メッシュ M の占有率 R 等から補正量を設定する方法もあるが、各メッシュ M の占有率 R の平均値を求め、その平均値に基づいて各メッシュ M の補正量を設定しても良い。具体的には、まず、図 6 に示すメッシュ M 1 1、メッシュ M 1 2、メッシュ M 2 1、メッシュ M 2 2 のそれぞれの補正量を補正テーブルから求める。それらの補正量の平均を求め、この平均値に基づいてメッシュ M 1 1、メッシュ M 1 2、メッシュ M 2 1、メッシュ M 2 2 のそれぞれの

補正量を設定し、フォトマスク 3 のマスクパターン形状を補正する。

【 0 0 1 6 】

以上、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、隣接するマスクパターン間のスペースとマスクパターンの形状（又は寸法）に応じて、マスクパターンの形状（又は寸法）を補正する第 1 補正と、フォトマスクを複数の領域に分割し、各々の領域におけるマスクパターンの占有率に応じてフォトマスクのパターン形状を補正する第 2 補正とを行うので、数  $\mu\text{m}$  の領域内で生じる光近接効果などに対する補正だけでなく、より広い領域内で生じるパターンの疎密に対する補正も行うことができ、より寸法精度の良い半導体装置を製造することができる。

【 0 0 1 7 】

また、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、第 1 補正の効果が及ぶ範囲は、前記第 2 補正の効果が及ぶ範囲より狭いので、より広い領域内で生じるパターンの疎密に対する補正も行うことができ、より寸法精度の良い半導体装置を製造することができる。

【 0 0 1 8 】

また、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、占有率に応じて作成された補正テーブルに基づいて補正するので、様々なパターンのフォトマスク 3 に対して迅速に補正をすることができ、フォトマスクの製造を効率的に行うことができる。

【 0 0 1 9 】

さらに、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、マスクパターンが複数の領域に占有される場合に、領域におけるマスクパターンの占有率を、マスクパターンが占有している領域のマスクパターンの平均占有率とするので、隣接領域のマスクパターンの影響を緩和することができるため、より正確にフォトマスク 3 のマスクパターン形状を補正することができる。

【 0 0 2 0 】

なお、本実施の形態の補正以外に、図 1 の 2 a に示すような開放端について、メッシュ M の占有率 R に応じた補正量で補正処理を行うことも可能である。この開放端の補正は、本実施の形態で示した補正の前後どちらで行っても良い。この

補正の追加により、さらに寸法精度の良い半導体装置を製造することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

##### (実施の形態 2)

本実施の形態でも、フォトマスクの大きさを、半導体素子の繰り返し単位の大きさとして以下説明する。図 3 に示したように、フォトマスク 3 を  $m1 \times m2$  のメッシュ M ごとに分割する。例えば、 $100 \mu m \times 100 \mu m$  のメッシュ M とする。このメッシュ M ごとにマスクパターンの占有率 R を計算する。本実施の形態でも、ゲートパターンの占有率 R に基づいて説明をする。

#### 【 0 0 2 2 】

本実施の形態では、このゲートパターンの占有率 R の違いに基づいて、フォトマスク 3 のマスクパターンの形状を補正する。この補正により、パターンの疎密により生じるフォトマスクのパターンに対するゲート寸法 L のずれを補正することができる。本実施の形態においては、占有率 R に基づいて補正量を導出できるように、図 7 に示すような補正テーブルが設けられている。なお、補正テーブルは、実験やシミュレーションにより求められる。例えば、メッシュ M の占有率 R が 12 % の場合、補正量は LL21 となり、メッシュ M の占有率 R が 52 % の場合、補正量は LL41 となる。

#### 【 0 0 2 3 】

なお、本実施の形態でも図 6 に示すようにゲート配線 2 のパターンが 4 つのメッシュ M に占有される場合、まずメッシュ M11、メッシュ M12、メッシュ M21、メッシュ M22 のそれぞれの補正量を補正テーブルから求める。それぞれの補正量の平均を求め、この平均値をメッシュ M11、メッシュ M12、メッシュ M21、メッシュ M22 のそれぞれの補正量として、フォトマスク 3 のマスクパターンの形状を補正する。

#### 【 0 0 2 4 】

本実施の形態では、実施の形態 1 で示した補正テーブルと同様の補正テーブルを有している。しかし、実施の形態 1 の補正テーブルは、パターンの疎密による補正の補正量と光近接効果による補正量とをあわせた補正量が記載されている。つまり、実施の形態 1 では、スペース S により補正量を変化させている。一方、

本実施の形態の補正テーブルは、パターンの疎密による補正の補正量のみが記載されている。そのため、本実施の形態では、別途独立して光近接効果補正を行う必要がある。

## 【 0 0 2 5 】

光近接効果補正は、隣接あるいは同一のマスクパターンの影響により生じる、フォトマスク 3 のパターンに対するゲート寸法 L のずれを補正する方法である。この補正方法は、従来、行われてきた光近接効果補正の補正方法と同じであり、詳細な説明は省略する。例えば、実施の形態 1 の図 2 で示したように、スペース S とゲート寸法 L との関係が実線のように見積もり、スペース S が S 1 より狭い場合は、ゲート寸法 L が小さく形成されるため、フォトマスク 3 のゲート寸法を補正して、ゲート寸法 L を大きくする。一方、スペース S が S 2 より広い場合は、ゲート寸法 L が大きく形成されるため、フォトマスク 3 のゲート寸法を補正して、ゲート寸法 L を小さくする。

## 【 0 0 2 6 】

以上のように、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、光近接効果補正とパターンの疎密による補正とを、それぞれ独立に行いフォトマスク 3 のマスクパターンの形状を補正するので、プロセス等が変更により補正量を修正しなければならない場合に、光近接効果補正とパターンの疎密による補正とのうち修正が必要な補正量のみを再計算して修正すれば良く、プロセス等の変更作業を簡略化することができる。

## 【 0 0 2 7 】

なお、本実施の形態では、パターンの疎密による補正を行った後に、光近接効果補正を行ったが、本発明はこれに限られず、光近接効果補正を行った後に、パターンの疎密による補正を行っても良い。また、実施の形態 1 と同様、光近接効果補正とパターンの疎密による補正とを行うため、より寸法精度の良い半導体装置を製造することができる。

## 【 0 0 2 8 】

## (実施の形態 3)

本実施の形態でも、フォトマスクの大きさを、半導体素子の繰り返し単位の大

きさとして以下説明する。図8に、 $m11 \times m12$ のメッシュMごとに分割したフォトマスク3を示す。 $m11 \times m12$ のメッシュMは、半導体装置のエッチング工程時にパターンの疎密により仕上がりパターンにずれを生じさせる要因が及ぶ領域である。例えば、 $m11 \times m12$ のメッシュMは、 $100 \mu m \times 100 \mu m$ のサイズであり、ゲート配線2であるPoly-Siをエッチングする際に、パターンの疎密により生じる、仕上がりパターンのずれの範囲である。なお、材料やプロセス等が変化することにより、補正の要因であるパターンの疎密により生じる、仕上がりパターンのずれの範囲も変化する。そのため、メッシュMのサイズも、補正の要因ごとに最適なサイズを選択する必要がある。

## 【0029】

$m11 \times m12$ のメッシュMごとにマスクパターンの占有率Rを計算する。本実施の形態でも、ゲートパターンの占有率Rに基づいて説明をする。パターンの疎密による補正の補正量は、計算した占有率Rから補正関数を用いて算出する。図8に示した各メッシュM内の数字は、 $1 \pm$ 補正量が記載されている。ここで、補正関数は、占有率Rを変数とした関数であり、実験やシミュレーションにより求められる。なお、補正関数の代わりに実施の形態1及び実施の形態2と同じように補正テーブルでも良い。逆に、実施の形態1及び実施の形態2においても、補正テーブルの代わりに補正関数を用いても良い。

## 【0030】

次に、図9に、 $m21 \times m22$ のメッシュMごとに分割したフォトマスク3を示す。 $m21 \times m22$ のメッシュMは、フォトマスク3のエッチング工程時にパターンの疎密により生じる、仕上がりパターンのずれの範囲である。例えば、 $m21 \times m22$ のメッシュMは、 $200 \mu m \times 200 \mu m$ のサイズであり、フォトマスクの遮光膜であるクロムをエッチングする際に、パターンの疎密により生じる、仕上がりパターンのずれの範囲である。なお、材料やプロセス等が変化することにより、補正の要因であるパターンの疎密により生じる、仕上がりパターンのずれの範囲も変化する。そのため、メッシュMのサイズも、補正の要因ごとに最適なサイズを選択する必要がある。

## 【0031】

$m_{21} \times m_{22}$  のメッシュMごとにゲートパターンの占有率Rを計算する。パターンの疎密による補正の補正量は、計算した占有率Rから補正関数を用いて算出する。図9に示した各メッシュM内の数字は、 $1 \pm$  補正量が記載されている。ここで、補正関数は、占有率Rを変数とした関数であり、実験やシミュレーションにより求められる。図8で示した補正と図9で示した補正とでは、パターンの疎密により生じる仕上がりパターンのずれが異なるため、メッシュMのサイズ及び補正関数はそれぞれ異なる。

## 【0032】

本実施の形態では、図8での補正量と図9での補正量を加えてパターンの疎密による補正の補正量としている。図10に、 $m_{11} \times m_{12}$  のメッシュMごとに分割したフォトマスク3を示す。図10に示すM11のメッシュMの補正量は、図8におけるM11のメッシュMの補正量0と図9におけるMM11のメッシュMの0.1とを加えた0.1となる。また、図10に示すM22のメッシュMの補正量は、図8におけるM22のメッシュMの補正量0.2と図9におけるMM11のメッシュMの0.1とを加えた0.3となる。但し、図10では $1 \pm$  補正量が記載されている。なお、要因ごとにメッシュサイズは異なるが、最終的な補正量のメッシュサイズは、最小のメッシュサイズを基準とする。

## 【0033】

本実施の形態では、パターンの疎密により転写パターンにずれを生じさせる要因（以下補正の要因ともいう）ごとに、複数回補正を行う。つまり、異なる補正の要因ごとに、パターンの疎密による補正の補正量を別々に計算し、それらの補正量を積算することで、総合的な、パターンの疎密による補正を行っている。上記では、2つの異なる補正の要因に基づく、パターンの疎密による補正について説明したが、本発明において異なる補正の要因は2つに限られず、3つ以上の異なる補正の要因であっても良い。このパターンの疎密による補正の補正量を一般化すると、補正量  $= f_1(R) + f_2(R) + f_3(R) + \dots$  となる。ここで、 $f_1(R)$ 、 $f_2(R)$ 、 $f_3(R)$  は、占有率Rを変数とした補正関数であり、それぞれの補正の要因より異なる関数である。

## 【0034】

本実施の形態でも、パターンの疎密による補正と光近接効果による補正とを独立に行う。そのため、本実施の形態でも、上記の補正に加えて光近接効果補正を行う必要がある。光近接効果補正は、実施の形態 1 の図 2 で示したように、スペース  $S$  が  $S_1$  より狭い場合は、ゲート寸法  $L$  が小さく形成されるため、フォトマスク 3 のマスクパターンを補正して、ゲート寸法  $L$  を大きくする。一方、スペース  $S$  が  $S_2$  より広い場合は、ゲート寸法  $L$  が大きく形成されるため、フォトマスク 3 のマスクパターンを補正して、ゲート寸法  $L$  を小さくする。

## 【 0 0 3 5 】

以上のように、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、複数の補正の要因に対し、各々の補正の要因ごとに補正を行うので、フォトマスク 3 のパターン形状より正確に補正することができ、より寸法精度の良い半導体装置を製造することができる。また、プロセス等が変更により補正量を修正する必要がある場合に、光近接効果補正及びパターンの疎密による補正のうち修正が必要な補正量のみを再計算して修正すれば良く、プロセス等の変更作業を簡略化することができる。

## 【 0 0 3 6 】

また、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、マスクパターンの占有率を変数とする補正関数に基づいて補正するので、補正テーブルに比べてより占有率  $R$  に則した補正が可能となる。

## 【 0 0 3 7 】

さらに、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、補正の要因によりフォトマスク 3 を複数の領域に分割するサイズを変更するので、パターンの疎密による補正の要因を反映する最適な領域サイズで補正を行うことができ、より寸法精度の良い半導体装置を製造することができる。

## 【 0 0 3 8 】

なお、本実施の形態では、半導体装置のエッチング工程時に起因した要因の補正、フォトマスク 3 のエッチング工程時に起因した要因の補正、光近接効果補正の順にパターン形状の補正を行った。しかし、本発明はこれらの順序に限られない。但し、プロセスの流れに沿って補正処理を行った方が、より寸法精度の良い



半導体装置を製造することができる場合がある。

【 0 0 3 9 】

(実施の形態 4)

実施の形態 3 など示したメッシュ M のサイズには、補正の要因に対して最適なサイズを選択していた。ここで、最適なサイズとは、補正の要因であるパターンの疎密がフォトマスクに対する転写パターンのずれを生じさせる範囲である。本実施の形態では、このメッシュ M を最適なサイズよりも小さい小領域（以下、サブメッシュ MS ともいう）に分割する。図 1 1 に、最適なサイズの  $m 3 \times m 4$  のメッシュ M ごとに分割したフォトマスクを示す（太枠がメッシュ M）。さらに、図 1 1 では、 $m 3 \times m 4$  のメッシュ M を  $m 3 1 \times m 4 1$  のサブメッシュ MS に分割している。

【 0 0 4 0 】

次に、このサブメッシュ MS のマスクパターンの占有率 R を計算する。本実施の形態では、単に個々のサブメッシュ MS の占有率 R を計算するのではなく、計算の対象であるサブメッシュ MS に隣接するサブメッシュ MS の平均占有率を当該サブメッシュ MS のマスクパターンの占有率 R としている。ゲート配線 2 を有する MS 2 2 のサブメッシュ MS について、図 1 1 を用いて具体的に説明する。MS 2 2 のサブメッシュ MS の占有率 R は、MS 2 2 のサブメッシュ MS に隣接する MS 1 1、MS 1 2、MS 1 3、MS 2 1、MS 2 3、MS 3 1、MS 3 2、MS 3 3 のサブメッシュ MS において個々の占有率を平均した値である。全てのサブメッシュ MS の占有率 R は、上記のような平均占有率で求められる。そして、このサブメッシュ MS の占有率 R に基づいて、実施の形態 1 から実施の形態 3 までに示した、フォトマスクのパターン形状の補正を行う。なお、本発明においては、メッシュ M をサブメッシュ MS に分割することなく、あるメッシュ M に少なくとも隣接するメッシュ M の平均占有率を、あるメッシュ M の占有率としても良い。

【 0 0 4 1 】

以上のように、本実施の形態に記載のフォトマスクの製造方法は、領域におけるマスクパターンの占有率が、領域に少なくとも隣接する、領域のマスクパター

ンの平均占有率であるので、より隣接パターンの形状を反映してフォトマスクのパターン形状の補正を行うことができ、より寸法精度の良い半導体装置を製造することができる。

#### 【0042】

なお、実施の形態1乃至実施の形態4のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法によって製造されたフォトマスクは、半導体装置の製造に使用される。特に、フォトマスクは、半導体装置の製造の露光工程に使用される。フォトマスクは、半導体装置のゲート寸法などを精度左右するため、実施の形態1乃至実施の形態4のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法によって製造されたフォトマスクは、以下のような効果がある。

#### 【0043】

実施の形態1乃至実施の形態4のいずれかに記載のフォトマスクの製造方法によって製造されたフォトマスクは、光近接効果補正とパターンの疎密による補正を行うので、より寸法精度が良い半導体装置を製造することができる。

#### 【0044】

また、上記のフォトマスクを用いる露光工程を有する半導体装置の製造方法は、光近接効果補正とパターンの疎密による補正を行ったフォトマスクを用いているので、より寸法精度が良い半導体装置を製造することができる。

#### 【0045】

さらに、上記の半導体装置の製造方法によって製造された半導体装置は、光近接効果補正とパターンの疎密による補正を行ったフォトマスクにより製造されるので、より寸法精度が良い半導体装置を製造することができる。

#### 【0046】

#### 【発明の効果】

本発明に記載のフォトマスクの製造方法は、隣接するマスクパターン間のスペースとマスクパターンの形状に応じて、マスクパターンの形状を補正する第1補正と、フォトマスクを複数の領域に分割し、各々の領域におけるマスクパターンの占有率に応じてフォトマスクのパターン形状を補正する第2補正とを行うので、数 $\mu\text{m}$ の領域内で生じる光近接効果などに対する補正だけでなく、より広い領

域内で生じるパターンの疎密に対する補正も行うことができ、より寸法精度の良い半導体装置を製造することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態 1 に係る半導体装置の平面図である。

【図 2】 本発明の実施の形態 1 に係るスペースに対する形成後のゲート寸法の関係を示す図である。

【図 3】 本発明の実施の形態 1 に係るフォトマスクの平面図である。

【図 4】 本発明の実施の形態 1 に係る占有率ごとのスペースに対する形成後のゲート寸法の関係を示す図である。

【図 5】 本発明の実施の形態 1 に係る補正テーブルを示す図である。

【図 6】 本発明の実施の形態 1 に係るフォトマスクの平面図である。

【図 7】 本発明の実施の形態 2 に係る補正テーブルを示す図である。

【図 8】 本発明の実施の形態 3 に係るフォトマスクの平面図である。

【図 9】 本発明の実施の形態 3 に係るフォトマスクの平面図である。

【図 10】 本発明の実施の形態 3 に係るフォトマスクの平面図である。

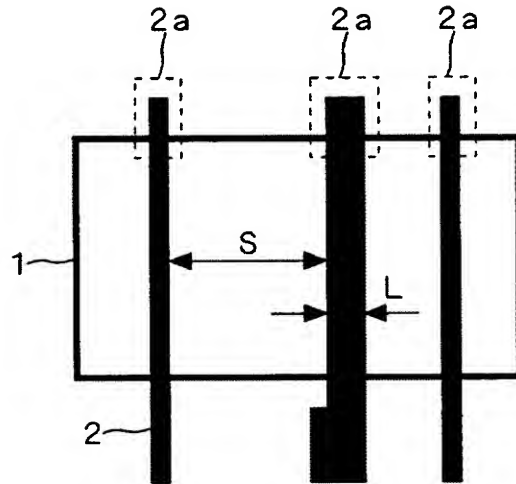
【図 11】 本発明の実施の形態 4 に係るフォトマスクの平面図である。

【符号の説明】

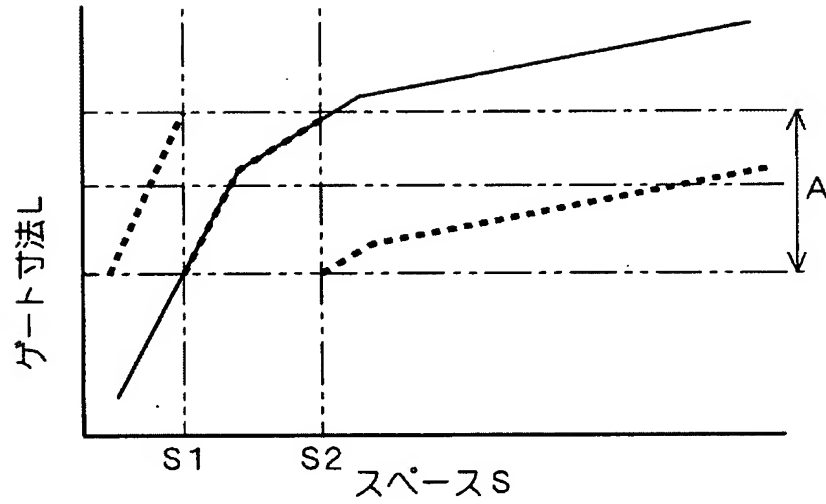
1 半導体素子、2 ゲート配線、2 a 開放端、3 フォトマスク、S スペース、L ゲート寸法、M メッシュ、MS サブメッシュ、R 占有率。

【書類名】 図面

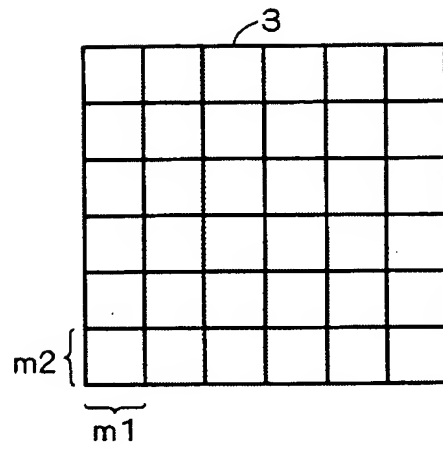
【図 1】



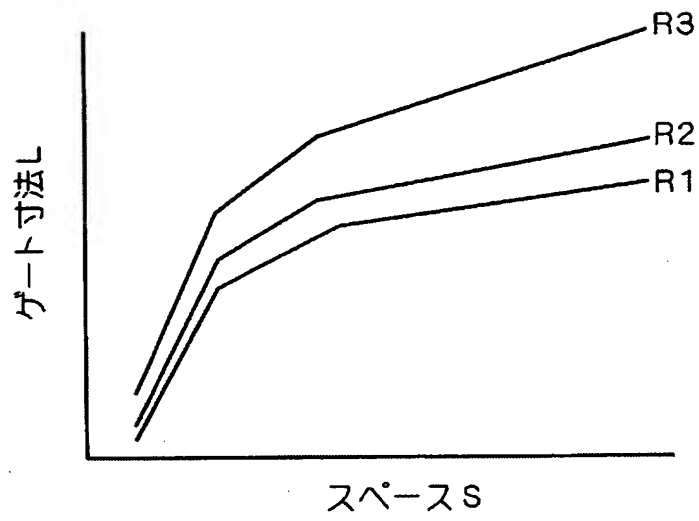
【図 2】



【図 3】



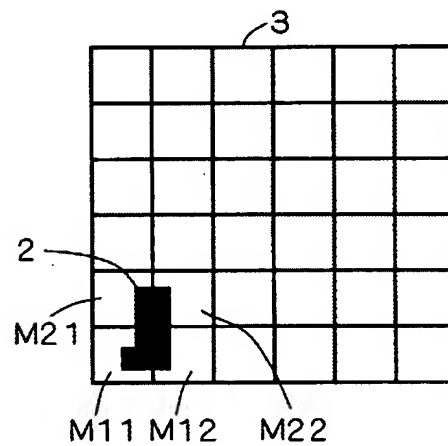
【図 4】



【図 5】

$R \backslash S$	$S < S_{11}$	$S > S_{12}$	—
$0 \leq R < 10$	+L11	-L12	—
$R \backslash S$	$S < S_{21}$	$S > S_{22}$	—
$10 \leq R < 20$	+L21	-L22	—
$R \backslash S$	$S < S_{31}$	$S > S_{32}$	—
$20 \leq R < 40$	+L31	-L32	—
$R \backslash S$	$S < S_{41}$	$S > S_{42}$	$S > S_{43}$
$40 \leq R$	+L41	-L42	-L43

【図 6】



【図 7】

$0 \leq R < 10$	LL11
$10 \leq R < 20$	LL21
$20 \leq R < 40$	LL31
$40 \leq R$	LL41

【図 8】

3

1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1.1	1	1	1	1	1
1.1	1	1	1	1	1
1.1	1.2	1	1.1	1.1	1.1
1	1	1	1	1.1	1

M11 {  
m12 {  
m11 M22

【図 9】

3

1	1	1
1	1	1
1.1	1	1.1

m22 {  
MM11 m21

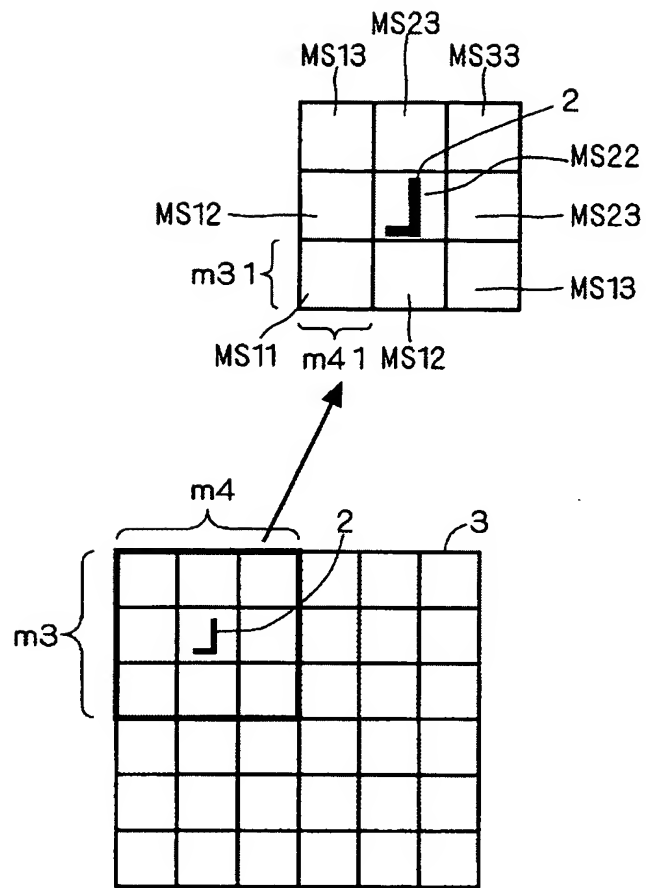
【図 10】

3

1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1
1.1	1	1	1	1	1
1.1	1	1	1	1	1
1.2	1.3	1	1.1	1.2	1.2
1.1	1.1	1	1	1.2	1.1

M11 {  
m12 {  
m11 M22

【図 1 1】





【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    フォトマスクのパターン形状を補正する際に、数 $\mu\text{m}$ の領域内で生じる光近接効果などに対する補正だけでなく、より広い領域内で生じるパターンの疎密に対する補正も行うことができるフォトマスクの製造方法を提供する。

【解決手段】    まず、露光時に使用されるフォトマスク 3 が、隣接するマスクパターン間のスペースと前記マスクパターンの形状に応じて、前記マスクパターンの形状を補正する補正方法を行う。次に、フォトマスク 3 を複数のメッシュ M に分割し、各々のメッシュ M におけるマスクパターンの占有率 R に応じてフォトマスク 3 のパターン形状を補正する補正方法を行う。

【選択図】            図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 4 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号
氏 名	三菱電機株式会社